Über den

Einfluss körperlicher Arbeit auf den Blutdruck.

Von

Moritz Kiessling
approb. Arzt

Greifswald.
Hans Adler, Buchdruckerei.
1903.


22101734646

Über den

Einfluss körperlicher Arbeit auf den Blutdruck.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshülfe,

welche nebst beigefügten Thesen

mit

Zustimmung der Hohen Medizinischen Fakultät

der Königl. Universität Greifswald

am

Dienstag, den 25. August 1903

Mittags $12\frac{1}{2}$ Uhr

öffentlich verteidigen wird

Moritz Kiessling

approb. Arzt

aus Wurzen i. Sa.

Opponenten:

Herr Drd. A. Giesebrecht, Arzt.

Herr Drd. P. Rüde, Arzt.

Greifswald.

Hans Adler, Buchdr[illegible]

1903.

Gedruckt mit Genehmigung
der medizinischen Fakultät der Königlichen Universität
zu Greifswald.

Dekan: Geh. Med.-Rat Professor Dr. Schulz.

Referent: Professor Dr. Moritz.

Meinen lieben Eltern.

Das Verhalten des Blutdrucks unter physiologischen und pathologischen Verhältnissen ist, zumal seit dem Bekanntwerden des ersten zu seiner Messung klinisch brauchbaren Instrumentes von v. Basch, vielfach untersucht worden. Die Litteratur über Blutdruckmessungen ist dementsprechend eine ganz enorme. Speziell der Einfluß von Muskelarbeit auf das Verhalten des Blutdruckes (und Pulses) ist sehr oft Gegenstand der Untersuchungen gewesen, und das ist ganz natürlich. Durfte man doch erwarten, durch abstufbare Inanspruchnahme bestimmter Muskelgruppen dem Herzen ähnliche Leistungen zuzumuten, als es das tägliche Leben im Beruf, Sport u. s. w. ihm bietet und auf diese Weise, wenn erst der Reaktionstypus des normalen Herzens bekannt war, einen Maßstab zu gewinnen, an dem man die verringerte Leistungsfähigkeit erkennen könnte. Basch, Oertel, v. Pfungen, Maximowitsch und Rieder, Gumprecht, Buttermann u. a. haben eine Reihe hierauf bezüglicher Tatsachen mitgeteilt. Leider sind aber diese durch größtenteils recht ausgedehnte Versuche gewonnenen Tatsachen bei näherer Durchsicht nicht recht brauchbar: die Blutdruckmessungen sind fast bei allen diesen Autoren erst nach Einstellung der

Arbeit gemacht worden. Da nun aber der Blutdruck äußerst labil ist und häufig sehr raschen Änderungen unterliegt, so muß unseres Erachtens die Zeit der Arbeit selbst ebenfalls in den Bereich der Untersuchungen gezogen werden, denn es liegt die Annahme nahe, daß gerade während dieser Zeit die wichtigsten Veränderungen am Blutdruck sich abspielen und rasch nachher wieder rückgängig werden.

Der Arbeiten, die dieses durchaus nötige Moment berücksichtigt haben, sind nur sehr wenige (Friedrich-Tauszk[1]), Grebner und Grünbaum[2]), Kornfeld[3]), Masing[4]). Der Einfluß der akuten Muskelarbeit speziell auf das Verhalten des Blutdrucks bei Herzkranken ist unter der Vorsicht fortlaufender Messungen unseres Wissens außer von Friedrich-Tauszk, den ersten, die überhaupt fortlaufend maßen, sonst nicht eingehend untersucht worden. Es war uns von Interesse, diesen wichtigen Punkt genauer kennen zu lernen. Die nachstehend angeführten

---

[1]) Friedrich-Tauszk, Der Einfluß der akuten Arbeit auf das Verhalten des Herzens. Wiener med. Presse 1892 (13 bis 15).

[2]) Grebner u. Grünbaum, Über die Beziehungen der Muskelarbeit zum Blutdruck. Wiener med. Presse 1899 (49).

[3]) Kornfeld, Über den Einfluß psychischer und physischer Arbeit auf den Blutdruck. Wiener med. Blätter 1899 (30—33).

[4]) Masing, Über das Verhalten des Blutdrucks des jungen und bejahrten Menschen etc. D. Archiv für klinische Medizin. 1902. Bd. 74. (Diese Arbeit enthält hinsichtlich der oben erwähnten Litteratur alles Wesentliche in erschöpfender Form. Auch die weiter unten cit. Angaben sind zum Teil nach ihr.)

Versuche sollten eine Unterlage bilden für die Beurteilung des eventuell abweichenden Verhaltens Herzkranker unter verschiedenen äußeren Bedingungen. Zugleich schien es uns nötig, obwohl durch die ausgedehnte Arbeit Masings das Wesentlichste bereits bekannt zu sein schien, die Versuche der wenigen Autoren nachzuprüfen und eventuell neue Gesichtspunkte und wertvolle Einzelbeobachtungen im Verhalten des Blutdruckes (und Pulses) unter normalen Verhältnissen zunächst scheinbar normaler Individuen zu erhalten.

Technik der Untersuchung.

Sämtliche Blutdruckmessungen sind mit dem Apparat von Riva-Rocci gemacht worden, der nach Gumprechts[1]) Empfehlung und Nachprüfung, die von Hensen[2]) und v. Recklinghausen[3]) bestätigt wurde, zur Zeit für klinische Zwecke der brauchbarste und meist benutzte sein dürfte. Wir messen mit ihm, wie v. Recklinghausen meint, den maximalen Pulsdruck in den großen Arterien mit vollkommener Zuverlässigkeit und mit einer für die meisten klinischen

---

[1]) Gumprecht, Experimentelle u. klinische Prüfung des Riva-Roccischen Sphygmo-Manometers, Zeitschr. für klin. Med. 39, 1900.

[2]) Hensen, Beiträge zur Physiologie und Pathologie des Blutdruckes, Archiv für klin. Med. Bd. 67, 1900.

[3]) v. Recklinghausen, Über Blutdruckmessung bei dem Menschen, Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie Bd. 46, 1901.

und physiologischen Zwecke durchaus genügenden Genauigkeit. Das Instrument gibt uns ebenso wie die anderen zu größerer Verbreitung gelangten Apparate von Basch und Gärtner den Enddruck der komprimierten Arterie an, verhält sich also wie ein in die Arterie eingesetztes Manometer. Da nun der Enddruck eines Gefäßes gleich ist dem Seitendruck des nächst höheren Gefäßes, sofern dasselbe rechtwinklig zum untersuchten verläuft, messen wir also mit dem Enddruck der Brachialis den Seitendruck der Arteria subclavia beziehentlich axillaris. Da nun nach Tigerstedt[1]) der Blutdruck in den größeren Gefäßen mit wachsender Entfernung vom Herzen nur wenig abnimmt, dürfte der gefundene Druckwert dem wirklichen in der Aorta herrschenden Druck sehr nahe kommen.

Nun setzen aber die die Arterien umgebenden Weichteile dem Kompressionsdruck der Armschlauchbinde einen gewissen Widerstand entgegen, zu dessen Überwindung ein Teil des im Schlauchsystem herrschenden Drucks absorbiert wird. Man erhält also etwas höhere Werte, als dem wirklich im Arteriensystem vorhandenen Druck entspricht. Dieser Fehler beträgt nach Gumprecht[2]) 30 bis 50 mm Hg. Der Fehler ist je nach dem Muskeltonus der betreffenden in Frage kommenden Körpergegenden variabel, bleibt aber doch wohl bei demselben Individuum im allgemeinen konstant, „darum bleiben aber die Kurven selber in

[1]) cit. nach Masing. [2]) l. c.

ihren Proportionen richtig; sie verhalten sich zu den tatsächlichen Veränderungen des Blutdruckes wie eine Melodie, welche aus einer tiefen Lage in eine hohe transponiert ist.“ (O. Müller)[1]).

Der Riva-Rocci giebt uns den maximalen Blutdruck d. h. den auf der Höhe der Pulswelle im Arteriensystem herrschenden Druck an. Nach den Untersuchungen von Masing über die Pulsdruckamplitude hat man indessen allen Grund anzunehmen, daß der mittlere Blutdruck die Veränderungen des maximalen Druckes in gleicher Weise mitmacht. Hensen hält es ebenfalls nach seinen Untersuchungen für erlaubt, im allgemeinen den maximalen Blutdruck als Maßstab für den mittleren zu nehmen. Die in unseren Kurven gefundenen Druckschwankungen geben also demnach mit Wahrscheinlichkeit die Veränderungen auch des mittleren im Kreislauf vorhandenen Druckes an.

Von der Benutzung der von v. Recklinghausen zur Vermeidung des durch die Armweichteile bedingten Elastizitätsfehlers und zur Erlangung absoluterer Werte eingeführten breiteren Armbinde wurde abgesehen, da es uns weniger darauf ankam, ganz genaue, der Wirklichkeit möglichst nahekommende Zahlen zu erhalten. Zudem schreckte uns die massive Größe des sonst in letzter Zeit bei Blutdruckversuchen öfters angewandten Instrumentes, seine Unhandlichkeit u. s. w. ab.

[1]) O. Müller, Über den Einfluß von Bädern und Douchen auf den Blutdruck beim Menschen. Archiv für klinische Medizin Bd. 74. 1902.

Man kann bei Benützung des Riva-Rocci entweder den Moment des Pulsverschwindens bei Druckzunahme oder den Moment seines Wiedereintretens bei Druckabnahme ablesen. Wir maßen ihn im Moment des Wiedererscheinens. An die Schlauchleitung war ein kleines Kapillarröhrchen angeschlossen, wie es O. Müller bei Blutdruckmessungen schon angewandt hat, das die Luft in dem System stets gleichmäßig entweichen ließ. Diese Art der Messung schien uns im vorliegenden Fall die bequemere. Man ist durch die gleichmäßige Druckverminderung, die man obendrein durch den umstrickten Ballon des Gebläses noch mehr regulieren kann, nicht so sehr von der Geschwindigkeit der Druckabnahme abhängig, als es Gumprecht meint. Das Plus von etwa 10 mm Hg, das sich bei dieser Art Messung gegen die andere ergibt,[1]) bleibt bei allen Messungen konstant. Wir sind ebenso wie v. Basch[2]) der Meinung, daß der positive Gefühlseindruck des Wiedererscheinens der Pulse sich bestimmter wahrnehmen läßt als der negative des Verschwindens. Gerade bei fortlaufenden über Stunden sich hinziehenden Messungen dürfte diese Art unseres Erachtens die einzige mit Sicherheit durchzuführende sein.

Die subjektiven Fehlerquellen des Riva-Roccischen Apparates sind selbst beim Ungeübten fast gleich Null, nach Angabe aller Autoren. Wer längere Zeit mit

---

[1]) l. c.

[2]) v. Basch. Berl. klinische Wochenschrift 1889. (cit. n. Gumprecht.)

dem Instrument gearbeitet hat, dürfte wohl sicher sein, nach einmaliger Messung den richtigen Wert zu finden. Wir haben deshalb — es wurde von Minute zu Minute gemessen — immer den nur nach einmaliger Messung gefundenen Wert festgehalten. (Eine wiederholte Messung wäre schon wegen des geringen Abstandes der Messungen nicht immer möglich gewesen. Nur bei Zweifel an der Richtigkeit der Messung wurde sofort nachgemessen.) Es erübrigt sich noch, hinzuzufügen, daß nach jeder Messung sofort der im System vorhandene Druck abgelassen wurde. Berücksichtigt man dies nicht, so erhält man schon bei einer zweiten Messung einen höheren Wert als bei der ersten. (Stauung?) Die Differenzen können ziemlich beträchtliche sein, 4 bis 6 bis 8 mm Hg betragen.

Weiterhin kam es zur Anstellung von Arbeitsversuchen darauf an, einen brauchbaren Apparat zu bauen, der wenigstens annähernd die Größe der jeweiligen Leistung in kgm erkennen ließ. Der Gärtnersche Ergostat war von der Benutzung ausgeschlossen, da er fortlaufende Messungen nicht zuließ. Die von Grebner und Grünbaum benutzten Widerstandsapparate nach Herz standen uns nicht zur Verfügung. Der von Masing in seinen Versuchen verwendete Apparat nach Dehio schien uns ebenfalls nicht ganz geeignet, da er die uns notwendig erscheinende Kontrolle der Arbeit durch den Blick der Versuchsperson nicht zuließ.

Nach Angaben von Herrn Professor Moritz ließ

ich mir folgenden Apparat herrichten: Über ein reckartiges Gestell, dessen Säulenabstand so groß war, daß die in der Klinik benutzten Betten bequem dazwischen gestellt werden konnten, lag auf der verbindenden eisernen Querstange in einer Einkerbung, durch seitliche Stützen vor dem Gleiten geschützt, ein langer Hebelarm, der an dem einen Ende einen starken Handgriff trug. Der ganze Hebelarm war in Abständen von je 10 zu 10 cm mit Löchern versehen, durch die zunächst in der einen Hälfte ein Verstellen des Handgriffes möglich war. Durch die Löcher in dem jenseits des Drehpunktes befindlichen Abschnitt des Hebelarmes ließ sich ein starker Strick ziehen, dessen beide Enden an einem dem ersten Gestell ähnlichen, nur viel größeren, durch starke Querhölzer gestützten Gerüst befestigt wurden. Durch Verstellen des Seiles konnte die Exkursionsfähigkeit des Hebels leicht jederzeit modifiziert werden. Der Hebel wurde durch Anhängung von Gewichten beliebig belastet. Es ließ sich am Apparat eine reiche Variation der Leistungen erzielen: Wechsel der Gewichte, Umsetzung ihrer Anhängepunkte am Hebel, Veränderung des Kraftangriffspunktes. Die Ausrechnung der Arbeitsleistung nach kgm ergibt sich von selbst. Eine absolut genaue Berechnung der geleisteten Arbeit ist natürlich ebenso wenig möglich wie bei dem Dehioschen Apparat. Die Atmung ist ebenso wenig wirklich beeinträchtigt als bei diesem. Es läßt sich als Vorzug unseres Apparates anführen, daß die Versuchs-

person die Einzelleistung mit dem Blick verfolgen kann, was für manche unserer Versuche nicht unwesentlich schien. Als recht störend machte sich dagegen der Umstand geltend, daß bei stark anstrengender Arbeit der Oberkörper sich nicht immer in vollständiger Ruhelage befand, zudem der linke Arm mitunter gewisse Mitbewegungen ausführte. Die genaue Messung, auf die peinlichst gesehen wurde, wurde dadurch bisweilen recht gestört, was, da alle nicht vollständig einwandfreien Messungen entweder zum Abbrechen oder zum Nichtberücksichtigen des Versuches führten, einen erheblichen Mehraufwand an Zeit erforderte.

Die Zahl der Hübe wurde durch einen Gehilfen gezählt, nach dessen mit halblauter Stimme erfolgendem Kommando gehoben wurde.

Zur Vermeidung von forcierter Atmung, Anhalten des Atmens bei Überwindung größerer Leistungen (sogen. Pressen) wurde der Versuchsperson aufgegeben, während der Arbeit ruhig durch den Mund zu atmen. (Am besten wäre Kanülenatmung). Die von Masing so genannten erratischen Pulse wurden durch diese Vorsicht nach Möglichkeit vermieden. Wo sie sich doch einstellten, wurde ihnen die gebührende Be- d. h. Nichtachtung geschenkt und erst der Eintritt regelmäßiger Pulsationen zur Messung abgewartet.

Es giebt in der Litteratur eine Fülle von Beobachtungen, daß der Blutdruck eines normalen Menschen je nach der Excitabilität des betreffenden Individuums

auf sensorielle und sensitive Reize mehr oder weniger reagiert. So sahen, um nur einiges zu erwähnen, Grebner und Grünbaum Steigerung des Blutdruckes bei leichtem Kopfrechnen etc., die höchsten Steigerungen sahen sie bei Zorn, Ärger u. s. w. Überhaupt alle psychischen Erregungen traurigen wie freudigen Charakters können Blutdruck steigernd wirken (Gumprecht; daselbst v. Pfungen, Hürthle, Kiesow). Den Einfluß der Affekte auf den Blutdruck hebt auch Kornfeld hervor. Gumprecht sah, daß ein Student, wenn er den Druck selbst mit ablas, stetig etwa 15 mm höheren Druck aufwies; ähnliche Erfahrung haben wir auch gemacht. Ebenso sahen wir, wie Grebner und Grünbaum schon angeben, geringe nur wenige mm betragende Steigerung beim Hereintreten einer fremden Person ins Zimmer; dasselbe beobachtete Recklinghausen an sich. Einmal sahen wir eine plötzliche Steigerung von 10 mm, als von fern her Musik ins Zimmer hereinklang.

Forzierte Atmung erhöht gleichfalls entsprechend der aufgewandten Muskelarbeit den Blutdruck (Grebner und Grünbaum), tiefe Inspiration senkt ihn (Gumprecht). Lachen, Husten erhöht den Blutdruck und zwar ziemlich beträchtlich und vorübergehend (Grebner und Grünbaum, Gumprecht u. a.).

Ebenso zeigt der Blutdruck gewisse regelmäßige Tagesschwankungen. Abends pflegt der Druck um 5 bis 15 mm höher wie Morgens zu sein (Hensen, Grebner), und ähnlich steht es nach Hensen mit

der Nahrungsaufnahme (Hensen; von anderen bestritten).

Man muß diese Labilität des Blutdruckes kennen, um nicht zufällige Veränderungen auf Kosten des zu prüfenden Einflusses zu setzen.

Wir ließen unsere Versuchspersonen mit leicht bekleidetem Oberkörper und mit angelegter Schlauchbinde meistenteils 1/2—1 Stunde bei leichter Lektüre vor dem Apparat liegen, nachdem ihnen vorher die Verhaltungsmaßregeln während der Arbeit gegeben waren. Vor dem Beginn der ersten Arbeitsperiode wurden wenigstens 5 Blutdruckbestimmungen in Abständen von 1 Minute gemacht, dazwischen die Pulszählung vorgenommen (1/4 Min. gezählt!), die mit der anderen Hand gemacht wurden, da sich bald zeigte, daß bei längeren Messungen mit nur einer Hand ein gewisses sich einstellendes Taubheitsgefühl die Aufmerksamkeit stark anstrengte. Die Messungen während der Arbeit wurden ebenfalls in Abständen von 1 Minute gemacht, dazwischen die entsprechende Pulsfrequenz festgehalten. Nach Beendigung der Arbeit wurde meistens sofort der Druck gemessen, der in der Mehrzahl der Fälle dem Druck gegen Ende der 1. Minute sehr nahe kam. Diese Art Blutdruckversuche zu machen, ist auch körperlich ziemlich anstrengend. Es wäre mit großer Freude zu begrüßen, wenn der von Gärtner[1]) in No. 24 der Münch. med.

[1]) Gärtner, Über einen Apparat zur Controlle des Pulses n der Narkose. Münch. med. Wochenschr. 1903, 24. S. 1019.

Wochenschrift d. J. angegebene „Pulskontroller“ sich als brauchbar in der Registrierung des Wiedereintretens der Pulsationen in die comprimierte Radialis erweisen würde.

Es wurden unter den angegebenen Cautelen eine Reihe Versuche gemacht.

Fast sämtliche in der Literatur zu findenden Angaben über Beeinflussung des Blutdruckes durch Muskelarbeit führen eine mehr oder weniger große Steigerung an, so: Zadek,[1]) Friedmann, Dolega, Oertel, v. Pfungen, v. Basch,[2]) Maximowitsch und Rieder, Gumprecht,[3]) Buttermann[4]) u. andere.

Von unseren Autoren, den wenigen, deren Resultate aus dem oben angegebenen Grunde von Wert sind, seien zunächst Friedrich-Tauszk erwähnt Sie ließen ihre Versuchspersonen am Dynamometer drücken, setzten also Druck gleich Arbeit und fanden (bei Gesunden), daß der Blutdruck der Arbeit zunächst eine Steigerung, bei weiterer ununterbrochener Dauer ein Absinken zeigt, um dann nach Sistieren der Arbeit neuerdings eine Steigerung zu erfahren.

Diese Resultate sind von den nächsten, Grebner und Grünbaum, in keiner Weise bestätigt worden.

---

[1]) cit. nach Grebner und Grünbaum l. c.

[2]) Maximowitsch und Rieder, Untersuchung über die durch Muskelarbeit und Flüssigkeitsaufnahme bedingten Blutdruckschwankungen. Arch. f. klin. Med. 46. Bd.

[3]) l. c.

[3]) Buttermann, einige Beobachtungen über das Verhalten des Blutdruckes bei Kranken. Arch. f. klin. Med. Bd. 74.

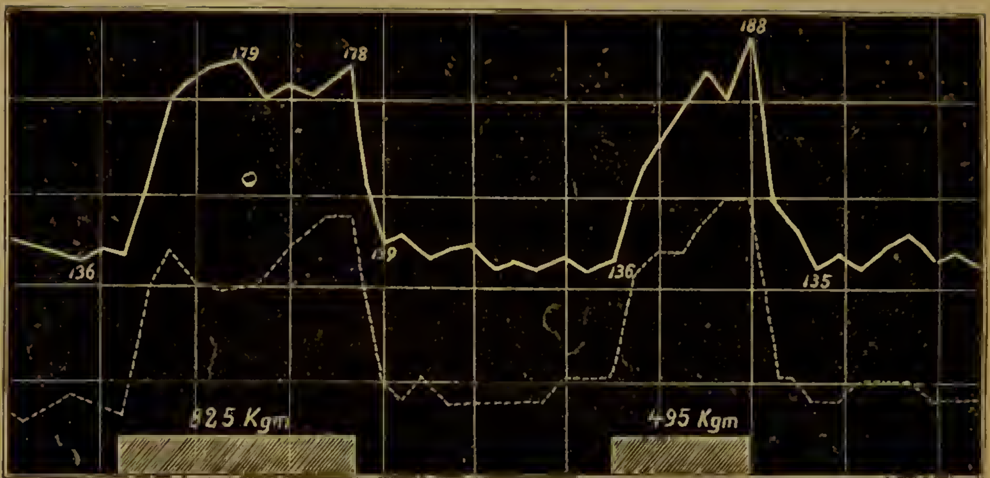
Bei diesen stieg mit Beginn der Muskelarbeit der Blutdruck rapid an und sank rapid mit Aufhören der Arbeit.

Kornfeld sah ebenso eine Steigerung des Blutdruckes, die sehr rasch nach Aufhören der Arbeit sich ausglich. Dasselbe gibt Masing an: der Blutdruck steigt und zwar meist unmittelbar nach Beginn der Arbeit mehr oder weniger rasch an; die Kurve bleibt dann nach dem primären Anstieg mehr oder weniger parallel zur Abscisse, behält also im Ganzen die einmal erreichte Höhe und sinkt unmittelbar nach Einstellung der Arbeit rasch bis zur Norm.

Es folge zunächst unsere erste Kurve, die das Verhalten des Blutdruckes und Pulses bei gesunden Leuten in jüngeren Jahren unter ziemlich anstrengender Arbeit erläutern soll. Der Blutdruck ist als Ordinate in fortlaufender, der Puls in punktierter Linie eingetragen; die Abscisse zeigt die Zeit: 1 Quadrat = 4 Min. Die Gesamtleistung ist in kgm auf die Abscisse in Form eines Rechteckes derart vermerkt, daß die Höhe die Minutenleistung, die Länge die Arbeitszeit angibt.

Kurve I. (Die Kurve stammt von einem 38jährigen Arbeiter, der wegen chron. Magenkatarrh [kein Potatorium!] auf der Klinik lag. Herzbefund normal.)

Die Arbeit wurde durch rhytmisches Heben eines 10 kg-Gewichtes geleistet, die Minutenleistung beträgt etwa 75 kgm.



Der Blutdruck sowie Puls steigen nach Beginn der Arbeit rapid an (maximale Zunahme 43 mm, bez. 36 Schläge in der Minute). Der Druck bleibt auf der einmal erreichten Höhe und zeigt nur unwesentliche Remissionen in seinem Verlauf. Dabei wurde bis zur Ermüdung gearbeitet. Nach Aussetzen der Arbeit fällt der Druck schnell und ist schon bis zum Ende der ersten Minute fast auf die Norm zurückgekehrt. Der Puls, der bis zum Ende des Versuches eine Neigung zu weiterer Steigerung zeigt, sinkt ebenfalls sehr rasch und ist nach 2 Minuten nur wenig mehr über der Norm. In der Erholungszeit behalten sowohl Blutdruck als Puls den erreichten Stand. Mit Beginn der zweiten Arbeitsperiode wiederum sofortiges Ansteigen beider; der Druck erreicht beim 2. Teil etwas höhere Werte als in 1 (Gefühl stärkerer Anstrengung?). Die Arbeitszeit ist kürzer, da selbstverständlich noch eine gewisse Muskelschwächung von

der ersten Leistung her besteht. Der Puls zeigt die gleichartige Steigerung seiner Frequenz. (Maximale Zunahme 40 Schläge in der Minute) Minutenleistung in 2 etwa 70 kgm. Der Abfall der Kurve in II geschieht ebenfalls wieder jäh, erreicht aber nach 1 Minute nicht wieder, sondern erst nach 3 Minuten die alten Werte. Die Pulsfrequenz kehrt schneller zum Ausgang zurück.

Diese Kurve illustriert das gewöhnliche Verhalten im Blutdruck gesunder Menschen bei Körperarbeit. Nicht etwa daß jede Einzelheit beim jedesmaligen Versuch wiederkehrte, enthält sie doch so ziemlich alles vorkommende. Es wird beim Betrachten des steilen Abfalls post laborem verständlich, warum so oft in der älteren Literatur die Angabe sich findet, Arbeit beeinflusse den Blutdruck nicht bezw. steigere ihn nur wenige mm (z. B. Buttermann).

Die Kurve bestätigt also vollständig die Untersuchungen Masings an jungen kräftigen Individuen: Steiler Anstieg, Stehenbleiben bezw. geringes Hohersteigen des Druckes gegen Ende des Versuches d. h. dem Punkt der höchsten Ermüdung, schneller Abfall, der höchstens nach 3 Minuten die frühere Höhe erreicht; meistens bei weniger anstrengender Arbeit normale Zahlen schon im Verlauf der 1. Minute.

Mit den von Friedrich-Tauszk gefundenen Tatsachen können wir uns nach allem in keiner Weise einverstanden erklären; in keinem unserer Versuche wurde ähnliches gesehen.

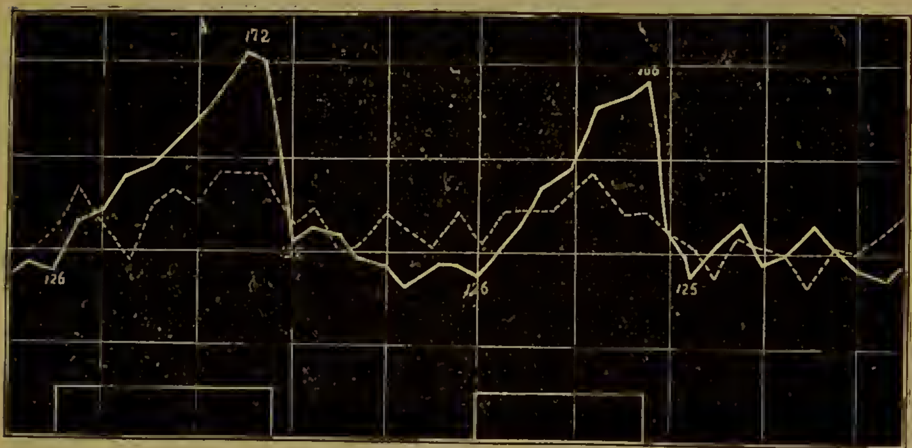
Zu betonen ist, daß der Blutdruck sofort nach Einstellung absinkt. Kornfeld sah nicht nur während der Arbeit, sondern auch sogleich nach deren Beendigung, sofern sie nämlich stark ermüdete, einen beträchtlichen Anstieg.

Wir können ihm ebenso wie Grebner, Grünbaum und Masing diese Angabe nicht bestätigen.

Es ist schon mehrfach erwähnt, wie sehr der Blutdruck von psychischen Einflüssen abhängig ist. In fast sämtlichen Blutdruckarbeiten ist das mehr oder weniger zur Aussprache gekommen; und auch das Ansteigen des Blutdruckes bei Muskelarbeit ist schon mehrfach als zum guten Teil von psychischen Faktoren beherrscht angegeben worden. „Denn es ist", wie Kornfeld meint, der einzige, der das psychische Moment bei Blutdrucksteigerung in den Vordergrund stellt, „eine strenge Scheidung von geistiger und körperlicher Arbeit in Wirklichkeit nicht durchzuführen; vielmehr erscheint jede unserer Tätigkeiten als Kombination von psychischen und physischen Leistungen. Insofern wir bei Muskelleistungen gleichzeitig aufmerksam sind, leisten wir mitunter erhebliche psychische Leistungen." Kornfeld ist auch der erste, der das Verhalten des Blutdruckes nach einfacher im allgemeinen nicht als anstrengend betrachteten Muskeltätigkeit, wie mehrmaliges Erheben des Armes, Beugen u. s. w. in ihrem Einfluß beobachtete. Er fand bei 5maligem Erheben des Oberarmes bei einem 19jährigen gesunden Mädchen eine Steigerung von

100 auf 110 mm (Basch), die sofort wieder nach 1 Minute auf die erste Zahl herabsank.

Um uns über den Einfluß bloßer Anstrengung auf den Blutdruck zu informieren, machten wir folgenden Versuch. Ein 24jähriger Mann, mit nervösen Beschwerden, mußte, nachdem eine Reihe von Messungen die Konstanz seines Blutdruckes festgestellt hatte, den Arm seitlich bis zur vollständigen Ermüdung hochhalten. Es ergab sich nachstehende Kurve:



Der Blutdruck steigt stetig bis zum Ende des Versuchs, mit ihm geht annähernd parallel der Puls, der, nach einer stärkeren Erhebung anfangs, in der 2. und 3. Minute unter die Norm sank, um von da aus eine dem Druck etwa parallele Steigerung seiner Frequenz zu erfahren. Der Abfall war wiederum steil; die Werte in der Erholungspause sind nach 3 Minuten etwa dieselben wie vor dem Versuch; die wenige mm betragende Senkung in der 2. Hälfte der

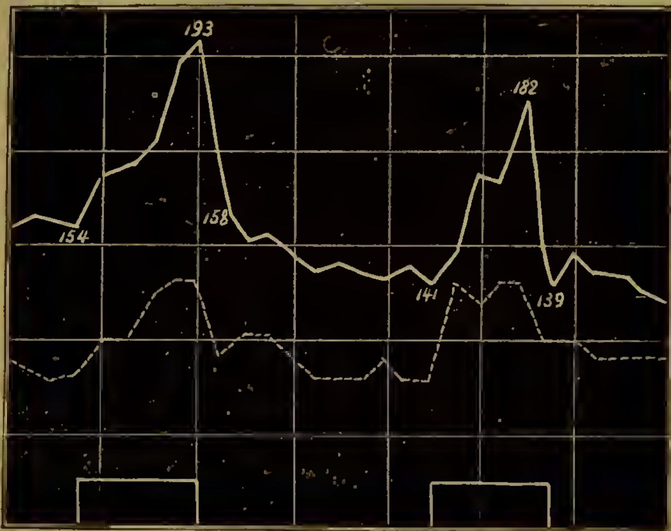
Erholungsperiode sind wohl ohne Bedeutung. Anstieg und Abfall bei Wiederholung in ähnlicher Art wie beim 1. Mal; der Blutdruck steigt nicht höher als beim Anfangsversuch (bis zur vollständigen Ermüdung gearbeitet).

Was bewirkt nun die ziemlich beträchtliche Blutdrucksteigerung?

Physikalisch betrachtet wurde Arbeit im vorliegenden Falle nicht geleistet; die einzige in Frage kommende wäre der Unterstützungsdruck gegen das Schwergewicht des Armes. Von den Muskeln des Armes ist eine ziemlich umfangreiche Gruppe (deltoideus, pectoralis, trapezius) in Anspruch genommen, der wohl eine gewisse Leistungsfähigkeit zukommen dürfte.

Das blutdrucksteigernde Moment dürfte unseres Erachtens der große Anfwand an Energie stellen, die dem Gefühl höchster Ermüdung nicht nachgeben läßt. „Die Höhe des Anstiegs kann als das Maß der subjektiven Anstrengung angesehen werden.“ (Kornfeld). Grebner und Grünbaum geben an, daß die Größe der Blutdrucksteigerung immer von einer im Verhältnis zur Leistungsfähigkeit der betreffenden Muskelgruppe hohen Belastung abhängig ist. Es wurde bei uns in diesem Falle gar keine bestimmte Arbeit geleistet. Die absolute Größe der Blutdrucksteigerung ist dabei der in Kurve I, wo 10 kg die Belastung bildeten, fast gleich, die Arbeitszeit im ersten Falle ist sogar noch etwas größer. Wir meinen, daß in beiden Ver-

suchen das Moment der Anstrengung es ist, das die Blutdrucksteigerung bewirkt. Die Arbeit im ersten Falle ist von Anfang an anstrengender, setzt zu der Bewältigung ihrer Einzelleistungen einen größeren Aufwand von Kraft, von stärkeren Willensimpulsen zur Innervation der betreffenden Muskelgruppen voraus, daraus der schnellere Anstieg der Kurve; die Ermüdung bleibt bei beiden gleich.



Die nächste Kurve dürfte dies noch deutlicher beweisen: (Derselbe Mann wie in Kurve I hielt ein Gewicht von 10 kg am Hebelarm in bestimmter Höhe.) Der Blutdruck erreicht etwas höhern Wert als in den beiden ersten Kurven, die absolute Steigerung selbst ist wenig anders. Der Anstieg erfolgt schneller als im Versuch II, er liegt etwa in der Mitte zwischen I und II, was daran liegen dürfte, daß die vollständige Ermüdung schneller eintritt als bei II.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch folgendes erwähnen. Wie man sieht, liegt der Anfangsdruck höher als nach der Arbeit, sowohl nach der ersten als auch nach der zweiten Arbeitsperiode. Grebner und Grünbaum sahen ebenfalls in seltenen Fällen den Druck einige mm unter die Norm sinken, meistens in die Nähe davon; regelmäßiger schien ihnen nach maximaler Arbeitsleistung, daß der Druck 1 bis 2 Minuten lang 5 bis 10 mm über der Norm lag (siehe unsere Kurve I); auch dann noch, nachdem der Druck die Norm erreicht hat, kann sich nach diesen Autoren eine 1 bis 2 Minuten anhaltende 5 bis 10 mm tiefe Senkung unter die Norm ansetzen. Häufiger findet Kornfeld dies Absinken des Druckes unter die Norm nach beendigter Leistung; es beträgt bei ihm ebenfalls nur wenige mm. Er erklärt diesen Abfall „als durch die Arbeit hervorgerufenes Gefühl der Befriedigung.“ Er fand nach Einnahme von Trional erhebliche Unterschiede im Blutdruck gegen vorher und meint nun, daß man sich die Erklärung dieser Tatsache so denken müsse, daß Bewußtseinsinhalte, welche einen Affekt unterhalten und damit den Blutdruck gesteigert erhalten, latent werden und damit die Ursachen für die Erhöhung des Druckes schwinden. Er überträgt dies auf den Blutdruck bei körperlicher Arbeit und ist der Ansicht, daß das Gefühl der Unlust, das vor der Arbeit Blutdruck steigernd besteht, einem Gefühl von Befriedigung, Ruhe, Lust mit geringer Drucksenkung Platz mache. Wir möchten uns ähnlich fassen

und meinen, daß die etwas höheren Werte vor dem Versuch einfach auf Kosten der natürlich auf den Blutdruck Einfluß nehmenden erregenden Erwartung zu setzen ist, die sich wohl trotz vorsichtigster Versuchsanordnung nie ganz vermeiden läßt. Wir möchten das um so eher glauben, da, wie auch Kurve III zeigt, nach Beendigung der zweiten Arbeitsperiode der Druck die gleichen Werte wie in der Pause nach 1 zeigt. Ähnliches Absinken des Druckes nach Arbeit zeigen auch verschiedene Abschnitte aus der Kurvenreihe IV (s. u.). Dies Absinken wurde nun keineswegs regelmäßig beobachtet. Immerhin muß es doch bei seinem recht häufigen Eintreten hervorgehoben werden, damit gegebenen Falles unter pathologischen Verhältnissen nicht gleich eine Abweichung von der Norm daraus gemacht wird. Die Senkung ist übrigens immer nur sehr gering, und Veränderungen, die nur wenige mm betragen, darf man, glaube ich, bei Beurteilung von Blutdruckversuchen außer Acht lassen. Dasselbe meint Hensen[1]): man sollte nach diesem nur sehr ausgiebige und sehr konstante Änderungen beachten.

Wir hatten gesehen, daß die Blutdruckkurven sowohl quantitativ als auch qualitativ bei einfacher zur Ermüdung führender, anstrengender Muskelerregung sehr ähnlich sind den Kurven bei Muskelarbeit d. h. Muskeltätigkeit, die aus rhytmischen mit mehr oder weniger Kraft ausgeführten Einzelkontraktionen zu-

---

[1]) l. c.

sammengesetzt ist. Es lag nahe, die bei letzterer eintretende Blutdrucksteigerung weniger auf die Größe der Arbeit, als vielmehr auf die Art der Einzelleistung und des dadurch verursachten größeren Gefühls der Anstrengung mit den entsprechend stärkeren Innervationsimpulsen zurückzuführen.

Versuche einer Erklärung von Art und Größe der Blutdrucksteigerung bei Körperarbeit findet man öfters bei den Autoren. Wir wollen sie voransetzen.

Grebner und Grünbaum geben an, daß die Form der Kurve bei Muskelarbeit abhänge von der Stärke der Arbeitsleistung und von der Zeit, innerhalb deren die Arbeit geleistet wurde; sie hänge speziell ab vom Tempo der Bewegung und der Belastung im Verhältnis zur Leistungsfähigkeit der betreffenden Muskelgruppe.

Masing findet, daß die Steigerung als Regel bei Muskeltätigkeit auftritt, und zwar ist sie im allgemeinen größer, je größer die geleistete Arbeit ist; sie fällt aber um so geringer aus, je kleiner die aufgewandte Willensanstrengung ist.

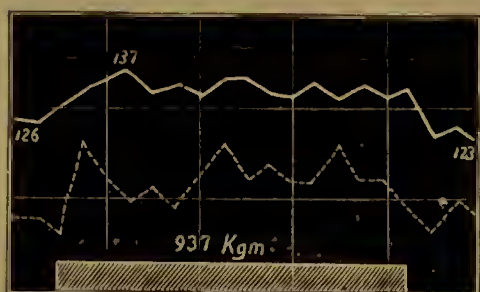
Hensen läßt es fraglich, ob die Zunahme des Blutdruckes nur bei ungewohnter Arbeit auftritt, wie ja auch der Puls nur bei ungewohnter Arbeit eine Steigerung seiner Frequenz erführe. Ungewohnte Arbeit: Arbeit, die mehr Energie erfordert, deren Ausführung anstrengender ist wegen der nicht geübten Innervationen der beteiligten Muskeln. Der einzige, der das Moment der Anstrengung, das bei den oben er-

wähnten Autoren sämtlich mehr oder weniger umschrieben enthalten ist, hervorhebt, ist wiederum Kornfeld. Er giebt an, daß die Drucksteigerung keineswegs dem Maße der geleisteten mechanischen Arbeit parallel gehe und daß dieselbe bei verschiedenen Personen verschieden sei. Innerhalb gewisser Grenzen steige der Blutdruck um so höher, je größere Muskelarbeit geleistet würde. Die Höhe des Anstiegs kann als das Maß der subjektiven Anstrengung angesehen werden. Er hat auch einen Versuch verzeichnet, der demonstrieren soll, wie die Blutdruckerhebung mit der Stärke der Willensimpulse wächst. Eine Frau von 27 Jahren, die in der Ruhe bei vollstem Wohlbefinden einen Blutdruck von 120 mm (Basch) hatte, zeigte, während sie nach Diktat schrieb, eine Steigerung auf 140 mm. Während der Arbeit wurde sie schläfrig und schlief auch zeitweise ein. Während dessen sank der Druck auf 90, selbst 80 mm. Wurde sie geweckt und zum Weiterschreiben veranlaßt, so stieg der Druck während des Schreibens bis auf 160 mm; als sie durch Waschen und Einnehmen einer Erfrischung munterer geworden war, betrug der Druck während des Schreibens wiederum höchstens 140 mm.

Es scheint uns, daß die Ergebnisse dieser Art Versuche Kornfelds nicht auf das Verhalten des Blutdrucks bei Muskelarbeit übertragen werden dürfen. Die bei der Kornfeldschen Versuchsart in Betracht kommenden, auf den Blutdruck Einfluß nehmenden psychischen Momente sind doch vollständig unkon-

trollierbar. Wir machten, um uns über den Einfluß des Momentes der Anstrengung bei Körperarbeit auf den Blutdruck zu informieren, folgende Versuche:

Wir ließen einen kräftigen, gesunden, 23jährigen Mann (Herz normal!) an aufeinander folgenden Tagen eine Arbeit leisten, bei der durch Anhängung schwererer Gewichte eine Steigerung der betreffenden Einzelleistung erzielt wurde. Es folgen nachstehende Kurven (IV).



Im ersten Abschnitt zeigt sich keine nennenswerte Erhebung des Druckes (max. 11 mm). Nach Absolvierung der Arbeit schneller Abfall auf einige mm tiefer als vor der Arbeit. Der Mann war in keiner Weise ermüdet. Nach erreichter Höhe bleibt der Druck bis gegen Ende ungefähr konstant. Der Puls zeigt als maximale Beschleunigung 20 Schläge in der Minute. Seine Kurve hat einen ziemlich unregelmäßigen, remittierenden Verlauf; schneller Abfall.

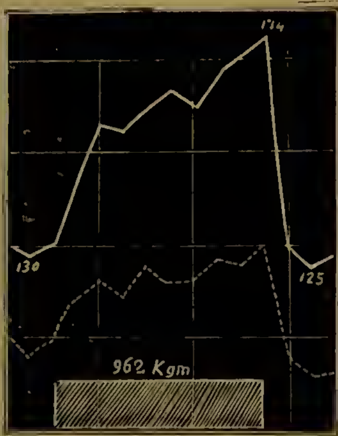
Teil II. 7,5 kg Belastung.



Langsames Ansteigen der Kurve, die auf der Höhe Konstanz des Druckes zeigt (die unmerkliche Senkung um wenige mm gegen das Ende zu kann man wohl außer Acht las-

sen). Schneller Abfall; Puls steigt etwas schneller als der Druck um max. 16 Schläge in der Minute, behält bis zum Schluß geringe Neigung zum Abfall. Steiler Abfall von Puls und Druck wiederum etwas tiefer wie vorher.

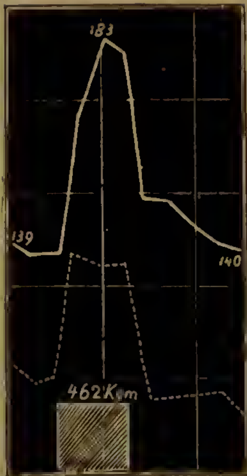
Teil III. 10 kg-Belastung.



Schneller Anstieg; max. Zunahme 44 mm. Bei diesem Versuch etwas mehr Gefühl von Anstrengung, dabei wurde keineswegs bis zur Erschöpfung gearbeitet. Steiler Abfall der Kurve. Der Puls zeigt einen gewissen Parallelismus (max. Zunahme 20 Schläge), fällt ebenso schnell wie der Druck einiges unter die Norm. (Nach 15 Minuten Pause, in der der Druck konstant blieb, wurde der Versuch wiederholt: Aufstieg viel schneller [Ende der 1. Minute schon 170 mm!], bei 6 Minuten Arbeitszeit Druck konstant, schneller Abfall.)

Teil IV. 15 kg Belastung.

Es konnte nur 3 Minuten mühsam gearbeitet werden; am Schluß völlige Erschöpfung. Rapider Aufstieg (wie in Wiederholung von III oben) Druck auf der Höhe gleich (max. Zunahme 47 mm) Puls steigt ebenfalls rasch (26 Schläge Zunahme), bleibt dann ungefähr gleich, sinkt nach Aufhören etwas



unter die Norm nach Ablauf von 1 Minute. Der Druck hat erst nach Ablauf von 4 Minuten annähernd seine früheren Werte wiederbekommen. (Bei Wiederholung des Versuchs nach 8 Minuten Pause nur 6 mm mehr Zunahme; Rückkehr zur Norm nach 7 Minuten.)

Bei dem Überblick über die Kurvenreihe sieht man sofort, daß die Blutdrucksteigerung durchaus nicht der Größe der geleisteten Arbeit entspricht. Man bemerkt sofort, daß Art und Quantität der Steigerung abhängig ist von der Intensität der Einzelleistung, damit vom Grad des jeweiligen Gefühls der Anstrengung. Die Kurven bestätigen also unsere eben erwähnte Vermutung, daß auch die Größe der Blutdrucksteigerung infolge körperlicher Arbeit bestimmt ist durch die Energie der Innervationsimpulse id est der subjektiven Anstrengung.

Eine Muskelkraft erfordernde Tätigkeit dürfte um so eher das Gefühl der Anstrengung hervorrufen, je geringer die Entwickelung der Skelettmuskulatur des betreffenden Individuums ist; eine jedem Laien geläufige Tatsache, daß der körperlich Schwächere auch weniger leistungsfähig ist als ein anderer mit mehr Muskulatur. Wird die Muskulatur geübt und damit zu höherer Leistungsfähigkeit unter Erhöhung ihrer Masse gebracht, so geht damit das Herz in der Entwickelung

seiner Muskulatur gleichen Schritt, wie Krehl[1]) nach Untersuchungen von Bergmann und Bollinger hervorhebt. Mit der Erstarkung seiner Fasern dürfte das Herz erhöhten Anforderungen ebenfalls eher nachkommen können als vorher. Beides, Ausbildung von Skelettmuskeln, Erstarkung des Herzens, werden zusammen mit der teleologisch wahrscheinlichen Tatsache, daß sich die Gefäße dem veränderten Füllungszustand bei Körperarbeit anpassen, die Arbeit des Herzens erleichtern.

Ungewohnte Bewegungen werden anfangs immer ungeschickt innerviert, die Bewegung mit mehr Kraft als nötig ausgeführt; erst die Übung, die Gewöhnung lehrt, mit viel geringerer Kraft und mehr Geschick die betreffende Tätigkeit auszuführen. Auch hierdurch fällt ein Teil des Blutdruck steigernden Momentes weg; das Gefühl der Anstrengung wird geringer. Noch weiter: Skelett- und Herzmuskel, Kreislauf sind auf die gewohnte Tätigkeit „eingestellt"; die Blutdrucksteigerung ist gering oder fehlt ganz; die Anstrengung bei der Ausführung der Arbeit ist gleich Null oder nur unbedeutend, jedenfalls weit geringer als im anderen Falle. Daß dem so ist, lehren die tatsächlichen Verhältnisse.

Leistete nämlich das Herz dauernd viel höhere Arbeit bei größeren Ansprüchen, so müßte man, meint Krehl[2]), die Entwickelung von Herzhypertrophieen bei allen

---

[1]) Krehl, Pathologische Physiologie, S. 5.
[2]) l. c.

den Leuten erwarten, die stärkere Arbeiten regelmäßig im Beruf einige Stunden des Tages ausführten. Das ist aber keineswegs der Fall; wenigstens hat Krehl, der lange Jahre darauf geachtet hat, das nicht gesehen.

Weitere Angaben, daß das Herz infolge Gewöhnung bei höheren Ansprüchen viel weniger Arbeit zu leisten habe, finden sich mannigfach in der Litteratur.

So sah Masing den Blutdruck bei Wiederholung seiner Versuche nach 5 Minuten Erholung und ebenso an einem folgenden Tage meist weniger ansteigen als vorher, sogar bei viel größeren Leistungen in den letzten später vorgenommenen Versuchen.

Oertel beobachtete[1]), daß zu Beginn des Versuches der Ersteigung einer Höhe von 285 m eine Blutdruckzunahme von 43 mm Hg zeigte; nach längerer Übung bewirkte die Ersteigung einer Höhe von 1039 m nur mehr eine Zunahme von 6 mm. Grebner und Grünbaum sahen, daß ein professioneller Radfahrer eine geringere Blutdrucksteigerung bei Übung am Zimmerrade aufwies als Ungeübte bei derselben Leistung. Grebner und Grünbaum fanden weiterhin bei gleichen Leuten und an gleichen Apparaten an auf einander folgenden Tagen geringere Steigerungen. (Hiernach sind vielleicht auch unsere Steigerungen des Druckes in der Kurvenreiche IV. infolge einer gewissen Übung schon etwas niedriger!)

Wir selbst haben über das Moment der Ge-

---

[1]) cit. n. Masing.

wöhnung nicht viel Erfahrungen. Die nachstehende Kurve, die zur Wiederholung der Versuche IV bei gleichbleibenden Arbeits- und Erholungszeiten von demselben Mann 14 Tage später etwa gewonnen wurde, dürfte das schon ziemlich deutlich werden lassen:

Kurve V.



Man sieht auch hier wieder, daß die Blutdrucksteigerung dem Grade der Anstrengung entspricht; die Steigerungen selbst sind schon wesentlich geringer als in denselben Zeitabschnitten bei IV.

Fassen wir zum Schluß die Ergebnisse unserer Untersuchungen kurz zusammen, so finden wir, daß

1. der Blutdruck bei jeder körperlichen Arbeit eine Steigerung erfährt,
2. die Form und Größe der Steigerung nicht abhängig ist von der Größe der geleisteten

Arbeit, sondern lediglich abhängt von dem Grade der subjektiven Anstrengung. Damit ist gegeben, daß die Steigerung des Blutdruckes bei Gewöhnung an die betreffende Arbeit (Training) eine nur unwesentliche, jedenfalls geringere sein wird.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem verehrten Chef Herrn Prof. Dr. Moritz für die liebenswürdige Anregung zu vorliegender Arbeit und mannigfach unterstützende Ratschläge auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.



Lebenslauf.

Verfasser vorliegender Arbeit wurde am 25. Oktober 1878 in Leipzig geboren. Nach Vorbildung auf der Bürgerschule zu Wurzen i. Sa. besuchte er das Gymnasium derselben Stadt, das er Ostern 1897 mit dem Zeugnis der Reife verließ, um zunächst in Leipzig Medizin zu studieren. Nach bestandenem Physikum (W.-S. 1898/99) genügte er seiner Dienstpflicht mit der Waffe in Erlangen, von wo er für das Wintersemester 1899/1900 nach Leipzig zurückkehrte. Vom S.-S. 1900—W.-S. 1901/02 studierte er dann in Greifswald, wo er am 22. April 1902 das Staatsexamen beendete. Die Approbation als Arzt wurde ihm unter dem 9. Mai 1902 ausgefertigt.

Seit 1. Mai 1902 ist er als Assistenzarzt an der Königl. medizinischen Universitätsklinik zu Greifswald tätig.

Thesen.

I.

Bei der klinischen Behandlung der diphtherischen Larynxstenose ist die Intubation als die primäre Operation zu empfehlen.

II.

Die Bekämpfung der Lungentuberkulose durch Heilstätten verspricht nur dann Erfolg, wenn die bis jetzt von der Heilstättenbehandlung ausgeschlossenen unheilbar Tnberkulösen in besonderen Anstalten Aufnahme finden.